

# Identificación y fluctuación poblacional de insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el sur del lago de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela

Identification and pollinating insect's population fluctuation in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacquin) in south of Maracaibo Lake, Zulia state, Venezuela

M.V. Labarca<sup>1</sup> y Z. Narváez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Universidad del Zulia. Apartado 15205.

<sup>2</sup>Instituto de Zoología Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela

## Resumen

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), es la oleaginosa que produce mayor cantidad de aceite por unidad de superficie y podría cubrir en un futuro la demanda de aceites vegetales del país. La alta productividad del cultivo, está dada por una producción permanente de racimos, la cual a su vez depende de una adecuada polinización que en su mayoría es entomófila. En esta investigación se estudió la fluctuación poblacional de las diferentes especies de polinizadores, para conocer la situación actual de éstos insectos, tanto de los nativos como de las especies introducidas en las zonas productoras de palma del país. Para ello se realizaron muestreos sistemáticos desde diciembre de 2002 hasta noviembre de 2003, en una plantación de palma aceitera de tres años de edad, ubicada en el municipio Francisco Javier Pulgar del estado Zulia. Se tomaron muestras de inflorescencias masculinas en antesis (IMA) y en las inflorescencias femeninas en antesis (IFA) se colocaron trampas para capturar los insectos que las visitaban, los mismos se cuantificaron e identificaron por especie. También se registro la precipitación y la temperatura mensual de la zona. Se señalan a *Elaeidobius kamerunicus* Faust, *Elaeidobius subvittatus* Faust y *Mistrops costaricensis* Gillogly, como los principales agentes polinizadores, además se detectó la presencia de *Thrips hawaiiensis* Morgan y de un coleóptero de la familia Smicripidae. De las variables climáticas, la pre-

cipitación fue la que más afectó la población de los mencionados insectos, ya que la sequía causó una disminución en el número de insectos del género *Elaeidobius* y de *M. costaricensis*. Se observó que *E. kamerunicus* y *M. costaricensis* fueron las especies que en mayor proporción se encontraron en las IFA y en las IMA, respectivamente.

**Palabras clave:** palma aceitera, polinizadores, inflorescencias, clima.

## Abstract

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is the oil crop that produces the most oil quantity per area unit and it could cover -in the future- the vegetable oil demand in Venezuela. The oil palm high productivity is the result of a permanent production of bunches, which depends in high measure of pollinating insects. In this research, pollinating insect's population fluctuation was studied, with the purpose to know the current situation of these insects, as native ones as those introduced. Systematic surveys were carried out between December 2002 and November 2003, on a 3 years old oil palm plantation, located in «Francisco Javier Pulgar» municipality, Zulia state. Samples were taken from male inflorescences in anthesis (MIA) and in the female inflorescences in anthesis (FIA), traps were placed to capture the insects; which were identified per species and they were counted for. Also, a register of the monthly rainfall and temperature of area was made. The main species found were *Elaeidobius kamerunicus* Faust, *E. subvittatus* Faust and *M. costaricensis* Gillogly. *Thrips hawaiiensis* Morgan was also observed and one Smicripidae coleopteron. Among the climatic variables studied, rainfall affected the pollinating insect's population, because dry conditions caused a decrease of pollinating activity in *Elaeidobius* and the *M. costaricensis* species. At the same time it was observed that the *E. kamerunicus* and the *M. costaricensis* were more commonly found in relation to the FIA and MIA, respectively.

**Key words:** oil palm, pollinating insects, inflorescences, climatic factors.

## Introducción

La palma aceitera (*E. guineensis* Jacq.) es un cultivo perenne, considerado como la oleaginosa que produce mayor cantidad de aceite por unidad de superficie. De la palma aceitera se obtienen dos tipos de aceite además de otros subproductos como la torta de palmiste de amplia demanda en la industria de alimentos para animales. Considerando que en Venezuela

## Introduction

The oil palm (*E. guineensis* Jacq.) is a perennial crop, considered as the oleaginous crop that produces high oil quantity by surface unit. From oil palm are obtained two oil types besides of other by-products as the «palmaste cake» with a high requirement in the animal feeding industry. Taking into consideration that in Venezuela there is a deficit of

existe déficit de aceites y grasas vegetales de más de un 80% y que la palma aceitera se adapta perfectamente a las condiciones agroecológicas del mismo, este cultivo altamente eficiente es potencialmente beneficioso para el país, por este hecho ha sido considerado por política del estado como rubro bandera y en consecuencia se busca estimular su siembra por parte de entes públicos y privados. Esta expansión en la superficie del cultivo hace imprescindible realizar estudios relacionados con los factores determinantes en los rendimientos de la palma de aceite (Fonaiap, 1991).

La alta productividad de la palma de aceite, viene dada por una producción permanente de racimos, relacionada con el número de racimos por palma y de su peso promedio (Alpizar, 1988). La inflorescencia femenina de la palma aceitera produce racimos que presentan frutos normales, frutos partenocárpicos y en el peor de los casos pueden presentarse abortos de flores, al no desarrollarse el gameto femenino, por ausencia de fecundación (Ruiz, 2000). Damas, 2001 indica que para lograr la conformación de racimos con la mayor proporción de frutos normales se requiere la presencia de los insectos polinizadores, esto porque la polinización de las flores es en su mayoría del tipo entomófila.

Durante muchos años prevaleció la idea de que la palma aceitera era polinizada exclusivamente a través del viento, quizás por la presencia en la inflorescencia de numerosas características típicas de especies polinizadas por el viento, tales como:

oils and vegetable fats around 80% and oil palm is perfectly adapted to the agroecological conditions, this highly efficient crop is potentially beneficial for country, because of this has been considered as "flag crop" and as a consequence, its sowing is stimulated by public and private entities. This expansion in the crop surface makes essential to carry on studies related to those determinant factors in oil palm yields (Fonaiap, 1991).

The high productivity of oil palm is the result of a permanent bunches production, related to the number of bunches per plant and of average weight (Alpizar, 1988). The female inflorescence of oil palm produces bunches that shows normal fruits, without seed fruits and in the worst case, flower abortion could be observed, because the female gamete is not developed, by the lack of fecundation (Ruiz, 2000). Damas, 2001 says that for achieving bunches conformation with the higher proportion of normal fruits; presence of pollinating insects is required, because the flowers pollinization is mainly entomophilous.

For many years it was thought that oil palm is exclusively pollinated through wind, perhaps by the inflorescences presence of numerous characteristics typical of species pollinated by wind, such as: a plenty pollen production, enlarged stigma, reduced perianth, little attractive color and little pollen grains with smooth and dry surfaces (Alpizar, 1988), however, when comparing percentage of normal fruits on bunches in the African and Asian

abundante producción de polen, estigmas alargados, perianto reducido, color poco atractivo y granos de polen pequeños con superficies lisas y secas (Alpizar, 1988), sin embargo, al hacer comparaciones de porcentaje de frutos normales sobre racimos en los continentes africano y asiático, se observó que en el Golfo de Guinea (África) de donde es originaria la palma aceitera, este porcentaje era más elevado que en Malasia e Indonesia; por lo que al realizar en África algunos estudios sobre la fauna de las flores masculinas y femeninas se determinó la presencia del agente polinizador de la familia curculionidae *E. kamerunicus*, el cual es considerado como uno de los mejores agentes polinizadores de la palma aceitera (Genty, *et al.* 1986).

En Malasia se observó a *Thrips hawaiiensis*, cuyas poblaciones y actividad no eran suficientes para asegurar una correcta polinización. En el curso de los años 1981-1983 se introdujo este insecto a Malasia e Indonesia y luego a América (Genty, *et al.* 1986).

Chinchilla y Richardson en 1990, señalan que en los muestreos realizados en muchas plantaciones de palma en América Latina, antes de la introducción de *E. kamerunicus*, se encontraron dos insectos principales como responsables de la polinización, uno perteneciente a la familia Nitidulidae, género *Mystrops*, especie americana y el otro a la familia Curculionidae, *Elaeidobius subvittatus*, que pudo haber sido introducido por error.

En Venezuela se reporta la introducción de *E. kamerunicus* en las

continentes, it was observed that in Guinea Gulf (África) where oil palm come from, this percentage was higher than in Malaysia and Indonesia; when carrying out in Africa several studies about the fauna of male and female flowers the presence of pollinator curculionidae agent *E. kamerunicus* was determined, which is considered like one of better pollinator agents of oil palm (Genty *et al.*, 1986).

*Thrips hawaiiensis* was observed in Malaysia, whose populations and activity were enough to assure a correct pollinization. During 1981-1983 this insect was introduced in Malaysia and Indonesia and after, to America (Genty *et al.*, 1986).

Chinchilla and Richardson in 1990, detach that in sampling carried out in a lot of palm plantations in Latin America before *E. kamerunicus* introduction, two main insects were found as pollinization responsible, one belong to the Nitidulidae family, *Mystrops* genus, American specie and the other one to the Curculionidae family, *Elaeidobius subvittatus*, that could have been by mistake introduced.

In Venezuela, *E. kamerunicus* presence is reported in main plantations and other pollinators presence is known, although researches are not enough about (Parrá, 1993 and Prada *et al.*, 1998).

Considering the previous statements, this research becomes necessary and it has as objective to study the fluctuational population of pollinator insects in the different periods of year, to compare captures in different stratum of inflorescence

principales plantaciones y se conoce de la presencia de otros polinizadores, aunque no son muchas las investigaciones que se tienen al respecto en el país (Parra, 1993 y Prada, *et al.* 1998).

Ante la situación planteada, surge la necesidad de realizar la presente investigación, que tiene como objetivo estudiar la fluctuación poblacional de los insectos polinizadores en las diferentes épocas del año, comparar las capturas en los diferentes estratos de la inflorescencia y determinar la situación actual, de las especies nativas e introducidas; como también, establecer criterios sobre los mecanismos que han permitido a sus poblaciones evolucionar en las zonas productoras de palma aceitera en el país.

## Materiales y métodos

En la Agropecuaria "El Álamo", ubicada en el municipio Francisco Javier Pulgar del estado Zulia, se llevó a cabo un estudio de muestreo poblacional de insectos polinizadores, durante un lapso comprendido entre diciembre de 2002 y noviembre de 2003. El lote en el cual se realizó el muestreo cuenta con aproximadamente 20 ha, las plantas pertenecen a la variedad Deli x Avros, para el momento del muestreo contaban con aproximadamente 3 años de edad y cerca de un año en la etapa de producción.

El espacio físico donde se localiza esta finca pertenece a la zona ecológica bosque húmedo tropical, con precipitación promedio de 1560mm.año<sup>-1</sup> y una temperatura media anual de 27°C (Ewel y Madriz, 1976).

and to determine the current situation, of natives and introduced species; likewise, to establish criteria on mechanisms that permit populations to evolve in oil palm producer regions in country.

## Materials and methods

In "El Álamo" farm, located in the "Francisco Javier Pulgar" municipality, Zulia state, a study of population sampling was carried out on pollinator insects, during December 2002 and November 2003. Sampling was done in a plot of 20 ha approximately; plants belong to the Deli x Avros variety, for the sampling time of 3 years old and almost a year in the production stage approximately.

The physical space where this farm is located belongs to the ecological region of tropical humid forest, with a main rainfall of 1560mm.year<sup>-1</sup> and annual mean temperature of 27°C (Ewel and Madriz, 1976).

To determine the sample size in a pilot area 18 units were selected (4 plants.unit<sup>-1</sup>), by using a simple random sampling in zig-zag way for proportions; only the pollinators presence was considered.

The following formula of Sheaffer and Mendenhall, 1986 for finite populations was used:

$$n = \frac{N K^2 \hat{P} \hat{Q}}{N E^2 + K^2 \hat{P} \hat{Q}}$$

In where:

n= sample size

K=2

Para determinar el tamaño de la muestra en un área piloto se seleccionaron 18 unidades (4 plantas.unidad<sup>-1</sup>), usando el muestreo aleatorio simple en forma de zig-zag para proporciones; para la cual se consideró solo la presencia ó no de polinizadores.

Se aplicó la siguiente fórmula para poblaciones finitas de Sheaffer y Mendenhall, 1986:

$$n = \frac{N K^2 \hat{P} \hat{Q}}{N E^2 + K^2 \hat{P} \hat{Q}}$$

En donde:

n= tamaño de la muestra

$\hat{K}=2$

$\hat{P}$ = resultados de la muestra piloto

$\hat{Q}= 1-p$

N= 400 plantas

E= error máximo admisible 0,05 y 0,2

El resultado del muestreo fue 13 unidades con presencia de polinizadores; al incorporar los valores en la fórmula, se obtuvo un tamaño de muestra de 19,82 unidades, se utilizó 18 para hacer más factible la realización de cada muestreo en un día. Las palmas fueron marcadas para su reconocimiento en cada muestreo.

Los muestreos se realizaron una vez al mes, durante 12 meses en las horas de mayor actividad de los polinizadores entre las 8:30 am. y las 2:00 pm., escogiendo según la disponibilidad una inflorescencia masculina en estado de antesis IMA (figura 1a) se cortaron dos espiguillas de la parte apical, media y basal de la inflorescencia, siguiendo la metodología propuesta por Chinchilla y Richardson, 1990.

$\hat{P}$ = results of pilot sample

$\hat{Q}= 1-p$

N= 400 plants

E= maximum admissible error  
0.05 and 0.2

The sampling result was of 13 units with pollinator presence; when adding values in formula, a sample size of 19.82 units was obtained, 18 of them were used to make easier each sampling by day. Palms were marked for its recognition in each sampling.

Samplings were accomplished once a month, during 12 months in the more activity hours of pollinators, between 8:30 am and 2:00 pm, by choosing according to the availability a male inflorescence in anthesis MIA (figure 1a); two sikelets were cut from the apical, medium and basal part of the inflorescence, by following the methodology proposed by Chinchilla and Richardson, 1990.

Likewise, according presence of female inflorescences in anthesis FIA (figure 1b), one of them was selected per plant and a trap was placed around to catch insects, done with plastic tape of white color, 5cm width, impregnated with a mouse clue solution diluted in free unleaded gasoline.

Variables studied were:

- a) Proportion of insects species/ MIA stratum
- b) Proportion of insects species/ MIA
- c) Proportion of insects species/ FIA
- d) Proportion of insects species/ sampling unit

Asimismo, según la presencia de inflorescencias femeninas en antesis IFA (figura 1b), se seleccionó una por planta y se le colocó alrededor una trampa para atrapar a los insectos, elaborada con cinta plástica de color blanco de 5cm de ancho, impregnada con una solución de pega de ratones diluida en gasolina sin plomo.

Las variables estudiadas fueron:

- a) Proporción de especies de insectos/estrato de IMA
- b) Proporción de especies de insectos/IMA
- c) Proporción de especies de insectos/IFA
- d) Proporción de especies de insectos/unidad de muestreo
- e) Promedio de cada especie de polinizadores/fecha de muestreo

Se registró la precipitación y temperatura promedio mensual en el año de muestreo, para analizar el comportamiento de los insectos polinizadores con respecto a éstas dos variables climáticas.

e) Average of each pollinator specie/sampling date

Rainfall and monthly mean temperature in sampling period to analyze behavior of pollinator insects respect to these two climatic variables.

Mean test to determine significant differences between the pollinator numbers of different species collected in each stratum of MIA were carried out.

The Pearson correlation coefficient was determine to know the association degree and the nature of this between entomological and climatic variables studied and data were processed by using the programs SAS, 1998 and Statistics, 5<sup>ta</sup> edition.

## Results and discussion

Three species were collected as main pollinators, belonging to the Coleoptera order, two curculionidae, of *Elaeidobius* genus and one



Figura 1. Inflorescencias de la palma aceitera en antesis: a) Masculinas, b)Femeninas.

Figure 1. Oil palm inflorescences in anthesis: a)Males b)Females.

Se hicieron pruebas de media para determinar diferencias significativas entre el número de polinizadores de las diferentes especies colectadas en cada estrato de las IMA.

Se determinó el coeficiente de correlación de Pearson para conocer el grado de asociación y la naturaleza de ésta entre las variables entomológicas y climáticas estudiadas y los datos se procesaron usando los programas SAS, 1998 y Statistics, 5<sup>ta</sup> edición.

## Resultados y discusión

Se colectaron tres especies como principales polinizadores, perteneciente al orden Coleoptera, dos curculionidae, del género *Elaeidobius* y uno Nitidulidae, del género *Mystrops*; sin embargo, también se detectaron en forma más escasa otro coleóptero (Smicripidae) y Thysanopteros (cuadro 1).

**Presencia de polinizadores en las IMA:** un total de 58 IMA fueron recolectadas, obteniendo 21.258 individuos de la especie *E. kamerunicus* (figura 2), 3.938 de *E. subvittatus* (figura 3) y 27.251 de *M. costaricensis* (figura 4).

Se observó que el número de individuos de la especie *M. costaricensis* supera en casi 5.000 individuos al número de *E. kamerunicus*, lo cual puede deberse a que el primero parece movilizarse menos que el segundo ante el acoso en el momento de la recolección y además debido a los hábitos crepusculares de *M. costaricensis* no tiende a abandonar la inflorescencia como ocurre con *E.*

Nitidulidae of *Mystrops* genus; nevertheless, other coleopteron (Smicripidae) and Thysanopteros were also collected (table 1).

**Pollinators presence in MIA:** A total of 58 MIA were collected, being obtained 21.258 individual of *E. kamerunicus* (figure 2), 3.938 of *E. subvittatus* (figure 3) and 27.251 of *M. costaricensis* (figure 4).

It was observed that the number of individuals of specie *M. costaricensis* exceed in almost 5.000 to the number of *E. kamerunicus*, apparently the first one seem to have low movement than the second one, because the pursuit at the collecting time and also, because the crepuscule habits of *M. costaricensis* do not have a tendency to abandon the inflorescence like in *E. kamerunicus* when spikes collection is later do in morning (Chinchilla and Richardson, 1990).

Before the introduction of *E. kamerunicus* in Latin America, *M. costaricensis* and *E. subvittatus* were considered as very little efficient pollinators; therefore, the idea of introducing *E. kamerunicus* in commercial plantations of Asia and America, and to improve the bunches conformation (Genty *et al.*, 1986); in this research when comparing number of *E. subvittatus* with *E. kamerunicus*, it is observed that population of the last one exceed in almost 17.000 individuals to the population of the first one, possibly because this pollinator was quickly established after its introduction, by occupying the ecological niche of *E. subvittatus*.



**Cuadro 1. Distribución de polinizadores presentes en palma aceitera.****Table 1. Pollinators distribution present in oil palm.**

Familia	Especie	IMA		IFA		Total	
		Nº	%	Nº	%	insectos	
Curculionidae	<i>E. kamerunicus</i>	21.258	39,43	3.074	71,86	24.332	41,82
Curculionidae	<i>E. subvittatus</i>	3.938	7,30	280	6,55	4.218	7,25
Curculionidae	<i>M. costaricensis</i>	27.251	50,55	754	17,63	28.005	48,13
Thysanoptera	<i>T. hawaiiensis</i>	60	0,11	80	1,87	140	0,24
Smicripidae	<i>Smicrips sp.</i>	1.404	2,6	90	2,1	1.494	2,57

*kamerunicus* cuando la recolección de las espigas se hace tarde en la mañana (Chinchilla y Richardson, 1990).

Antes de la introducción de *E. kamerunicus* en América Latina, se consideraba a *M. costaricensis* y a *E. subvittatus* como polinizadores poco

Despite this situation, a positive and significant correlation was obtained between the number of *E. kamerunicus* and of *E. subvittatus* ( $r=0.7802$  and  $P=0.0059$ ), it means that in sampling dates in which a high population of *E. kamerunicus* (3.658



**Figura 2. Vista dorsal del macho de *E. kamerunicus*, se observan pelos marginales.**

**Figure 2. Dorsal view of *E. kamerunicus* male. Marginal hairs are observed.**



**Figura 3.** Vista dorsal de *E. subvittatus*, se observa color amarillo con franjas oscuras.

**Figure 3.** Dorsal view of *E. subvittatus*, yellow color with dark stripes is observed.



**Figura 4.** Vista dorsal de *M. costaricensis*, se observa cuerpo oscurecido por pubescencia dorada.

**Figure 4.** Dorsal view of *M. costaricensis*. Dark body by gold pubescence is observed.

eficientes; de allí la idea de introducir a *E. kamerunicus* en las plantaciones comerciales de Asia y América y mejorar así la conformación de los racimos (Genty *et al.*, 1986) por ello, en esta investigación al comparar el número de *E. subvittatus* con el de *E. kamerunicus* se observa que la población de éste último supera en casi 17.000 individuos a la población del primero, debido posiblemente a que este polinizador se estableció rápidamente después de su introducción, ocupando el nicho ecológico de *E. subvittatus*.

A pesar de lo antes expuesto, se obtuvo una correlación positiva y significativa entre número de *E. kamerunicus* y de *E. subvittatus* ( $r=0,7802$  y  $P=0,0059$ ), es decir que en las fechas de muestreo en las cuales se encontró una población mayor de *E. kamerunicus* (3.658 individuos), a su vez se encontró una mayor población de *E. subvittatus* (1.323 individuos), aunque en una proporción mucho menor (figura 5).

También se encontraron 60 ejemplares de *T. hawaiiensis*, aún cuando el número fue bajo es importante considerarlo, ya que como reporta Syed, 1979, antes de la introducción de *E. kamerunicus* en Malasia (país con la mayor superficie de siembra comercial de palma aceitera), *T. hawaiiensis* era considerado como el agente polinizador más importante. Por último, se consiguió a la especie *Smicrips sp.*; en las espiguillas procesadas se contaron en total 1.404 individuos de esta especie.

Se capturaron 53.911 insectos, de los cuales un 50,55% correspondieron a individuos de la especie *M.*

individuals), also a high population of *E. subvittatus* was found (1.323 individuals), although in a lower proportion (figure 5).

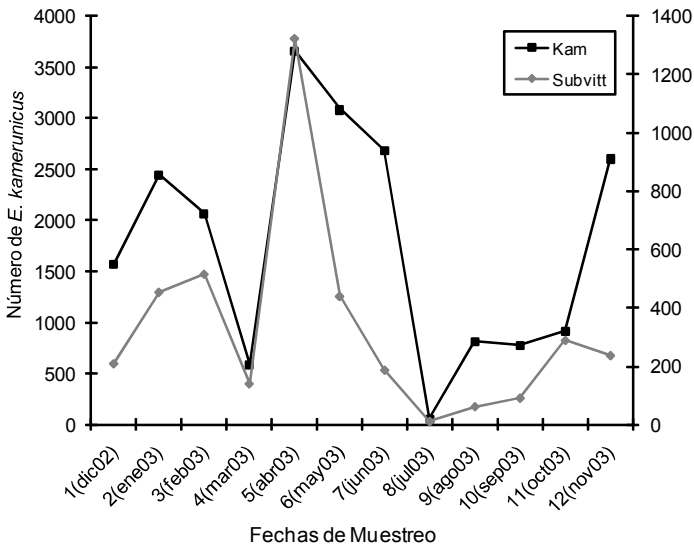
60 exemplary of *T. hawaiiensis* were also found even though the number was low is important consider, because as reported by Syed, 1979, before the introduction of *E. kamerunicus* in Malaysia (the country with the higher surface of oil palm commercial sowing), *T. hawaiiensis* was considered like the more important pollinator agent. Finally, the *Smicrips sp.* specie; was found in processed spikelets, a total of 1.404 individuals of this specie were counted.

53.911 insects were trapped, from which 50.55% corresponded to individuals of *M. costaricensis* specie, 39.43% to *E. kamerunicus*, 7.30% to *E. subvittatus* and 2.6 and 0.11% to *Smicrips sp.* and *T. hawaiiensis*, respectively.

#### **Pollinator's presence in FIA:**

A total of 148 FIA were located in field, in where the same species are identified in MIA but in a lower number and in different proportions. 3.074 individuals of *E. kamerunicus* were trapped, 280 of *E. subvittatus* and 754 of *M. costaricensis*, 90 of *Smicrips sp.* and 80 of *T. hawaiiensis* (table 1).

In MIA just like in FIA the higher value of *E. kamerunicus* was observed in comparison to *E. subvittatus*. It is important to detach that literature reports to *E. kamerunicus* like the more active and efficient pollinator (Syed, 1979). These results agree with those obtained by other authors (Prada *et*



**Figura 5. Relación entre la fluctuación poblacional de Kam: *E. kamerunicus* y Subvitt: *E. subvittatus* en las inflorescencias masculinas en Antesis.**

**Figure 5. Relationship between population fluctuation of Kam: *E. kamerunicus* and Subvitt: *E. subvittatus* in male inflorescences in anthesis.**

*costaricensis*, un 39,43% a *E. kamerunicus*, un 7,30% a *E. subvittatus* y 2,6 y 0,11% a *Smicrips sp.* y *T. hawaiiensis* respectivamente.

**Presencia de polinizadores en las IFA:** se localizaron en el campo un total de 148 IFA, en donde se identificaron las mismas especies encontradas en las IMA pero en menor número y en proporciones diferentes. Se atraparon 3.074 individuos de *E. kamerunicus*, 280 de *E. subvittatus* y 754 de *M. costaricensis*, 90 de *Smicrips sp.* y 80 de *T. hawaiiensis* (cuadro 1).

En las IMA al igual que en las IFA se observó el valor más alto de *E. kamerunicus* en comparación con *E.*

*al.*, 1998), who made an essay to estimate the effectiveness of these two species as pollinators, being counted 3.864 individuals of *E. kamerunicus* and 71 individuals of *E. subvittatus* as an average of an anthesis day, whereas population of *E. kamerunicus* was higher than *M. costaricensis*, on the contrary that happened in MIA, this situation reveal that from those insects coning to MIA, a high number of *E. kamerunicus* flies toward females to make fertilization.

Also 90 individuals of *Smicrips sp.* specie, the number was lower than in MIA, which indicates that its pollinating activity is very scarce. On the other hand, population of *T.*

*subvittatus*. Es importante acotar que la literatura señala a *E. kamerunicus* como el polinizador más activo y eficiente (Syed, 1979). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores Prada *et al.*, 1998, quienes realizaron un ensayo para estimar la efectividad de estas dos especies como polinizadores, contabilizando en promedio en un día de antesis 3.864 individuos de *E. kamerunicus* y 71 individuos de *E. subvittatus*.

Mientras que la población de *E. kamerunicus* fue mucho mayor que la de *M. costaricensis*, al contrario de lo que ocurrió en las IMA, esta situación revela que de los insectos que van a las IMA un número mayor de *E. kamerunicus* vuelan hacia las hembras para fecundarlas.

También se hallaron 90 individuos de la especie *Smicrips sp.*, el número fue más bajo que en las IMA, lo cual indica que su actividad polinizadora es muy escasa. Por otro lado la población de *T. hawaiiensis* fue mayor en las IFA (80 individuos), razón por la cual se podría pensar que este insecto cumple cierta actividad polinizadora debido a que llegan en mayor cuantía a las inflorescencias femeninas al momento de su receptividad.

**Relación entre la población de insectos polinizadores y las variables climáticas:** la información climática indica que el año se caracterizó por ser seco 768mm, valor muy por debajo de la media que es 1400mm/año; sin embargo, entre un mes y otro se presentaron diferencias marcadas que afectaron el comportamiento de los insectos.

En las IMA se observaron dife-

*hawaiiensis* was higher in FIA (80 individuals), therefore, it would be possible to think that this insect accomplishes some pollinator because they arrive to the female inflorescences in a high number at the moment of its receptivity.

**Relationship between the population of pollinating insects and the climatic variables:** the climatic information shows that year was characterized by being dry (768mm), lower value than mean (1400mm/year); however, between a month and the other one, significant differences were found that affected the insect's behavior.

Differences were observed in MIA in relation to the number of *E. kamerunicus* counted, being registered the lower value (585 specimens) in March (excluding July, where the low insects production was caused by MIA presence) and the higher (3.658 specimens) in April, when rainfall varied in a drastically way from 7mm to 88mm, bring observing a response to the increase of rainfall and to the pass of dry time to a more humid time. Likewise, in the higher peak of rainfall (173 mm), the effect was contrary (figure 6). There is no a regular relationship respect to the rainfall and there was not a significant correlation ( $r=0.4113$ ,  $P=0.1840$ ), if it is possible to say that the rainfall extremes can cause damages on insects population.

Despite the previous explanation, it is necessary to consider that palm, especially Deli x Avros material, have flowering peaks that agree with the rainy time (May), thus, the pollinator presence basically

rencias en el número de *E. kamerunicus* contabilizados, registrándose el valor más bajo (585 especímenes) en marzo (obviando julio donde la baja población de insectos se debió a la poca presencia de IMA) y el valor más alto (3.658 especímenes) en abril, cuando la precipitación varió drásticamente de 7mm a 88mm, observándose una respuesta contundente al aumento de la precipitación y al paso de la época seca a una época más húmeda. Asimismo, en el pico más alto de precipitación (173 mm), el efecto fue contrario (figura 6). Si bien no existe una relación regular con respecto a la precipitación caída y de hecho no se consiguió una correlación significativa ( $r=0,4113$ ,

depends on FIA and MIA presence.

In a previous study carried out by Ponnamma, 2000, to determine the population variation of *E. kamerunicus* in MIA, results revealed that the higher population (980 individuals) occurs during June and the lower (370 individuals) in February, where June was the third month un rainfall rank (275.6 mm) and February was the lower (0 mm). Mean rainfalls favors development of these insect populations.

For the *E. subvittatus* specie, the higher value (1.323 individuals) was observed in April, in agreement to the change of dry to humid time; nevertheless, the lower value (61 individuals), without taking into

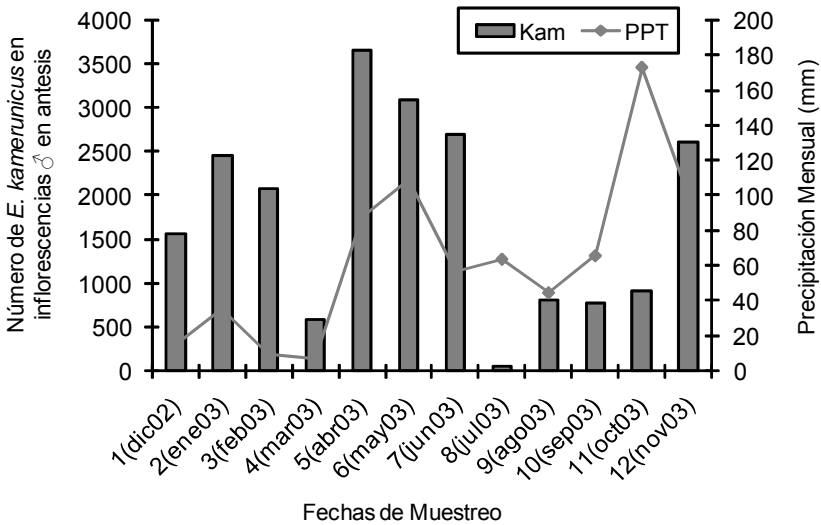


Figura 6. Relación entre la fluctuación poblacional de Kam: *E. kamerunicus* en las inflorescencias masculinas en Antesis y la PPT: precipitación (mm) registrada mensualmente.

Figure 6. Relationship between population fluctuation of Kam: *E. kamerunicus* in male inflorescences in anthesis and PPT: monthly registered rainfall (mm).

$P=0,1840$ ), si se puede decir que los extremos de precipitación pueden ir en detrimento de la población de este insecto.

A pesar de la explicación anterior, es necesario considerar también que la palma especialmente el material Deli x Avros, tiene picos de floración que coinciden con la época lluviosa (mayo), por tanto que la presencia de los polinizadores depende fundamentalmente de la presencia de las IFA e IMA.

En un estudio realizado por Ponnamma, 2000, para determinar la variación en la población de *E. kamerunicus* en las IMA, los resultados revelaron que la población más alta (980 individuos) ocurre durante el mes de junio y la más baja (370 individuos) en febrero, donde junio fue el tercer mes en rango de precipitación (275,6 mm) y febrero fue el más bajo (0 mm). Esto coincide con el hecho de que precipitaciones medias favorecen el desarrollo de las poblaciones de este insecto.

Para la especie *E. subvittatus*, el valor más alto (1.323 individuos) fue en abril coincidiendo con el cambio de la época seca a la época húmeda; sin embargo, el valor más bajo (61 individuos) (descartando el momento en el cual se consiguió sólo una IMA), no coincidió con el valor más bajo de precipitación, lo que indica que esta especie se ve menos afectada por la sequía (figura 7), en este caso tampoco se observa una correlación significativa entre la población de *E. subvittatus* en las IMA y la precipitación caída durante el estudio ( $r=0,2559$ ,  $P=0,4221$ ).

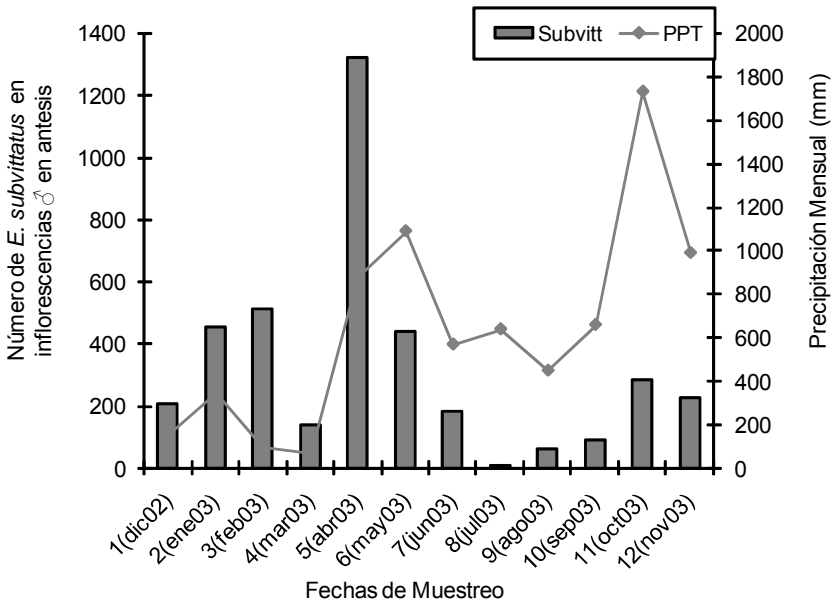
account the moment in which, one MIA was found, was not in agreement with the lower rainfall value, which shows that this specie is less affected by drought (figure 7), in this case a significant correlation is not observed between the *E. subvittatus* population in MIA and rainfall during study ( $r=0.2559$ ,  $P=0.4221$ ).

As proved with correlation coefficient, there was no any affect of rainfall on *M. costaricensis* population behavior ( $r=0.1265$ ,  $P=0.6953$ ).

The higher value of *E. kamerunicus* captured in traps placed in FIA was registered in May when rainfall was 109 mm, its lower population (19 individuals) was observed in July in agreement with the lower of this specie in MIA, without finding any significant association between both variables ( $r=0.2424$ ,  $P=0.4479$ ) (figure 8).

Population of *E. subvittatus* in FIA, shows a tendency in relation to rain distribution (figure 9), finding a positive and significant correlation between both of them ( $r=0.6807$ ,  $P=0.0148$ ). Just like in MIA, for the species of *M. costaricensis* and *T. hawaiiensis* in FIA, there is no clear tendency between its population fluctuation and the rain distribution pattern ( $r=0.3321$ ,  $P=0.2916$ ) and ( $r=0.3567$ ,  $P=0.3500$ ).

In Central America, when search papers were carried out with the purpose of introducing *E. kamerunicus* and to improve the pollinating levels in oil palm plantations, it was concluded that the expected situation would be coexistence and complementarity between *E.*



**Figura 7. Relación entre la fluctuación poblacional de Subvitt: *E. subvittatus* en las inflorescencias masculinas en Antesis y la PPT: precipitación (mm) registrada mensualmente.**

**Figure 7. Relationship between population fluctuation of Subvitt: *E. subvittatus* in male inflorescences in anthesis and PPT: monthly registered rainfall (mm).**

Tal como se confirma con el coeficiente de correlación, no existió ningún efecto de la precipitación sobre el comportamiento de la población de *M. costaricensis* ( $r=0,1265$ ,  $P=0,6953$ ).

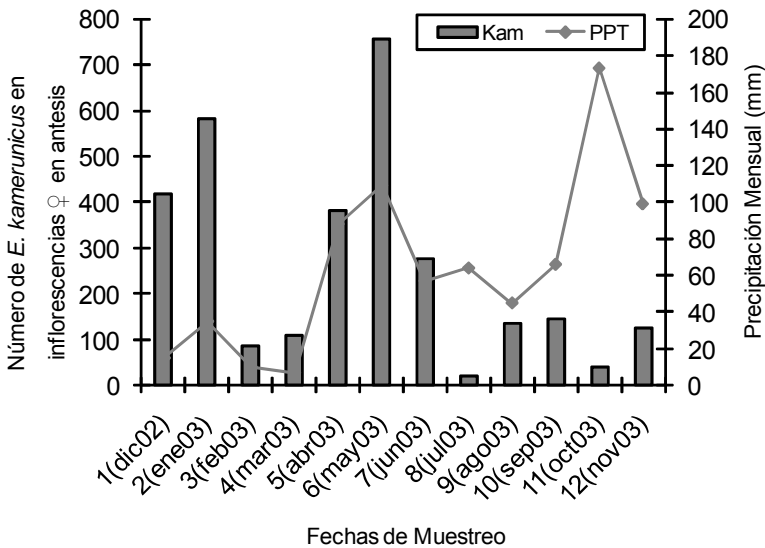
El valor más alto de *E. kamerunicus* capturado en las trampas colocadas en las IFA se registró en mayo cuando la precipitación fue de 109 mm, su población más baja (19 individuos) sucedió en julio coincidiendo con la más baja de esta misma especie en las IMA, sin hallar ninguna asociación significativa entre ambas variables ( $r=0,2424$ ,  $P=0,4479$ ) (figura 8).

La población de *E. subvittatus*

*kamerunicus* and *E. subvittatus* in its pollinator activity; and population of *E. subvittatus* would remain high in summer and *E. kamerunicus* would predominates in winter (Chinchilla and Richardson, 1990); however, results obtained in this research, are not so clear; however, it is evident that population of *E. kamerunicus* is diminished by drought and those of *E. subvittatus* is less affected.

Mariau and Genty in 1988, reported that in some regions where there is a severe drought, populations of *E. kamerunicus* seems to be affected and pollinating is inefficient with





**Figura 8. Relación entre la fluctuación poblacional de Kam: *E. kamerunicus* en las inflorescencias femeninas en Antesis y la PPT: precipitación (mm) registrada mensualmente.**

**Figure 8. Relationship between the population fluctuation of Kam: *E. kamerunicus* in the female inflorescences in anthesis and PPT: monthly registered rainfall (mm).**

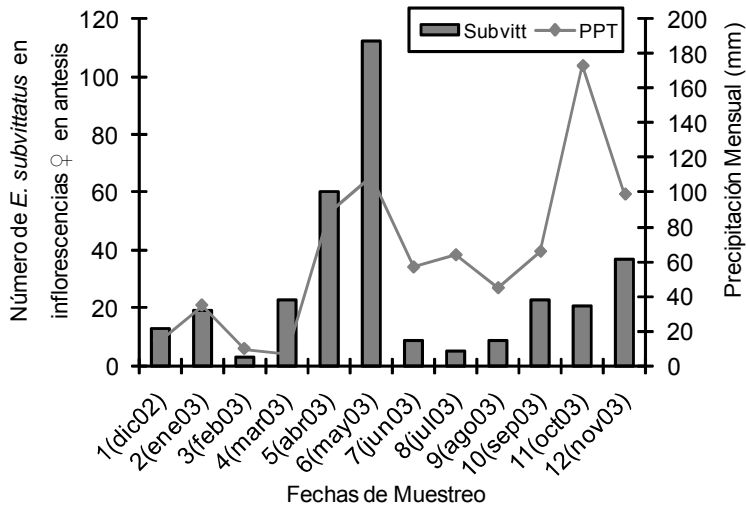
en las IFA, presenta una clara tendencia en relación a la distribución de las lluvias (figura 9), encontrando una correlación positiva y significativa entre ambas ( $r=0,6807$ ,  $P=0,0148$ ). Al igual que en las IMA, para las especies *M. costaricensis* y *T. hawaiiensis* en las IFA no existe tendencia clara entre su fluctuación poblacional y el patrón de distribución de las lluvias ( $r=0,3321$ ,  $P=0,2916$ ) y ( $r=0,3567$ ,  $P=0,3500$ ).

En Centroamérica, cuando se realizaron los trabajos de investigación para introducir a *E. kamerunicus* y mejorar los niveles de polinización en las plantaciones de palma aceitera, se concluyó que la situación espe-

numbers of 45-55% of normal fruits, whereas in more homogeneous rainfall regions, the fruits formation is satisfactory.

**Effect of monthly temperature on pollinator's population fluctuation:** the monthly average has a little variation between the different sampling dates, being the lower value 27.65°C and the highest of 30.75°C.

There was no significant correlation of this variable with population fluctuations of different pollinators agents found in FIA as in MIA, except for the specie *M. costaricensis* where correlation was positive and significant ( $r=0.6659$  and



**Figura 9. Relación entre la fluctuación poblacional de Subvitt: *E. subvittatus* en las inflorescencias femeninas en Antesis y la PPT: precipitación (mm) registrada mensualmente.**

**Figure 9. Relationship between population fluctuation of Subvitt: *E. subvittatus* in the female inflorescences in anthesis and PPT: monthly registered rainfall (mm).**

rada sería de coexistencia y complementariedad entre *E. kamerunicus* y *E. subvittatus* en su actividad polinizadora; y que la población de *E. subvittatus* se mantendría alta en verano y *E. kamerunicus* predominaría en invierno (Chinchilla y Richardson, 1990); sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación, no son muy claros, lo que sí es evidente es que la población de *E. kamerunicus* se ve disminuida por la sequía y que la de *E. subvittatus* es menos afectada.

A su vez, Mariau y Genty en 1988, reportan que en ciertas regiones donde existe una sequía marcada, las poblaciones de *E. kamerunicus* parecen estar afectadas y la poliniza-

$P=0.0181$ ).

According to Restrepo *et al.* 1999, in which minimum temperature was correlated with *M. costaricensis* population ( $r=0.5429$  and  $P=0.0422$ ) and not correlated with *E. kamerunicus* population ( $r=-0.6107$  and  $P=0.223$ ).

### Conclusions and recommendations

58.189 insects were counted, 92.65% in MIA and 7.35% in FIA.

In MIA, the main specie was *M. costaricensis*, whereas, in FIA was *E. kamerunicus*.

The more efficient pollinator was *E. kamerunicus*, because it was captured

ción es ineficiente con cifras de 45-55% de frutos normales, mientras que en las zonas de precipitación más homogénea, la formación de frutos es satisfactoria.

**Efecto de la temperatura mensual en la fluctuación poblacional de los polinizadores:** el promedio mensual de temperatura, tuvo una variación muy pequeña entre las distintas fechas de muestreo, siendo el valor más bajo 27,65°C y el más alto 30,75°C.

No se observó correlación significativa de esta variable con las fluctuaciones poblacionales de los diferentes agentes polinizadores encontrados tanto en las IFA como en las IMA; excepto para la especie *M. costaricensis* donde la correlación fue positiva y significativa ( $r=0,6659$  y  $P=0,0181$ ).

En este sentido se tiene referencia de una investigación realizada por Restrepo *et al.* 1999, en la cual la temperatura mínima resultó estar correlacionada con la población de *M. costaricensis* ( $r=0,5429$  y  $P=0,0422$ ) y no correlacionada con la población de *E. kamerunicus* ( $r=-0,6107$  y  $P=0,223$ ).

## Conclusiones y recomendaciones

En total se contabilizaron 58.189 insectos, 92,65% en las IMA y 7,35% en las IFA.

En las IMA la especie predominante fue *M. costaricensis*, mientras que, en las IFA fue *E. kamerunicus*.

El polinizador más eficiente fue *E. kamerunicus*, debido a que se capturó en mayor proporción en las IFA.

in a higher proportion than FIA.

This research showed that *E. kamerunicus* was established in the area studied.

The drought conditions caused decreasing in the pollinator activity of *Elaeidobius* and *M. costaricensis* species.

This research has to be accomplished during a longer time in which the pollinator activity in climatic conditions varying from one to another year could be compared.

It is necessary to continue the study on beneficial insect's populations, with the purpose to establishing plans that guarantee agro chemicals use reduction, which damages its populations.

*End of english version*

---

Esta investigación demostró que *E. kamerunicus* se ha establecido en la zona de estudio.

Las condiciones de sequía causaron cierta disminución en la actividad polinizadora de las especies del género *Elaeidobius* y de la especie *M. costaricensis*.

Esta investigación debe realizarse por un tiempo más prolongado en el cual se pueda comparar la actividad de los polinizadores en las condiciones climáticas que pueden variar de un año al otro.

Es necesario continuar el estudio de las poblaciones de insectos benéficos, con el fin de definir planes que garanticen la reducción en el uso de agroquímicos que puedan afectar sus poblaciones.

## Literatura citada

- Alpizar, G. 1988. Polinización de la palma aceitera. Primer curso sobre el cultivo de la palma aceitera. INAGRO-Foncopal-ASD Costa Rica, S.A., San Felipe, Yaracuy. Venezuela. p 1-4.
- Chinchilla C., D. Richardson. 1990. Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Centroamérica. Turrialba. 40(4): 452-460.
- Damas D. 2001. Estudio de la polinización en la palma aceitera. Primer curso internacional sobre el manejo agronómico de la palma aceitera. MTC, INIA, Asocia. Maracaibo, 15,16 y 17 de Mayo de 2001.
- Ewel J, A. Madriz.1976.Zonas de vida de Venezuela. MAC.275p.
- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1991. El cultivo de la palma aceitera. Maracay, Ven. FONAIAP/FUNDESOL. Series paquetes tecnológicos No. 9. 240p.
- Genty P., A. Garzón, F. Lucchini, G. Delvare. 1986. Polinización entomófila de la palma africana en américa tropical. Oleagineaux. 41(3):101-112.
- Mariau D. y P. Genty. 1988. IRHO contribution to the study of oil palm insect pollinators in Africa, South America and Indonesia. Oleagineux. 43(6):238-240.
- Parra Z. 1993. Introducción y evaluación preliminar del insecto polinizador *E. kamerunicus* (Faust) (Coleoptera: curculionidae) de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Santa Cruz, Estado Zulia. Tesis de grado de la Universidad Sur del Lago. Cota TG-0028 ING.
- Ponnamma K. 2000. Variación diurna en la población de *Elaeidobius kamerunicus* en la inflorescencia masculina de palma aceitera en antesis. Palmas. 21(3):35-38.
- Prada M., D. Molina, D. Villarroel, R. Barrios, A. Díaz. 1998. Efectividad de dos especies del género *Elaeidobius* (Coleoptera: Curculionidae) como polinizadores en palma aceitera. Bioagro 10(1):3-10.
- Restrepo L., H. Guerrero, R. Vergara, A. Méndez, J. Salamanca. 1999. Fluctuación de poblaciones de polinizadores de la palma de aceite y su relación con la formación de racimos en la zona norte de Colombia. Ceninotas p. 4.
- Ruiz R. 2000. Efecto de las condiciones climáticas en la viabilidad del polen y en la composición del racimo. Boletín divulgativo Ceniavances-Cenipalma. No. 71. p. 1-3.
- SAS Institute, Inc. 1998. SAS user's guide: Statistics. 5<sup>th</sup> edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sheaffer, Mendenhall, Ott. 1986. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México. p. 39-45.
- Syed R. 1979. Studies on oil palm pollination by insects. Bulletin of Entomology Research. p. 213-224.